

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-189624

(43)Date of publication of application : 22.07.1997

(51)Int.Cl.

G01L 3/10

(21)Application number : 08-002696

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 10.01.1996

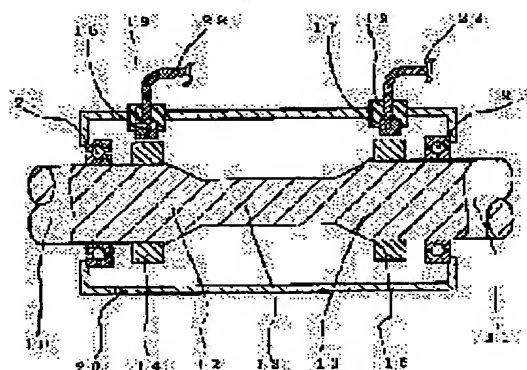
(72)Inventor : TAKADA YUTAKA

(54) TORQUE SENSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To precisely detect the torque in a constrained state where a rotor is rested in an optional position.

SOLUTION: This torque sensor has a first magnet member 14 magnetized on the shaft of a driving side rotating shaft 10 at a fixed period, a second magnet member 15 magnetized on the shaft of a driven side rotating shaft 11 at a fixed period, and first and second magnetic detecting elements 16, 17 arranged adjacent and opposite to the magnet members 14, 15 to detect the magnetic fluxes therefrom. It also has a phase difference arithmetic means for determining the detected outputs formed of sine waveforms of the magnetic detecting elements 16, 17 and the phase difference of detected output from the two detected outputs.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-189624

(43)公開日 平成9年(1997)7月22日

(51)Int.Cl.⁶

G 0 1 L 3/10

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 1 L 3/10

技術表示箇所

B

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平8-2696

(22)出願日 平成8年(1996)1月10日

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 高田 豊

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

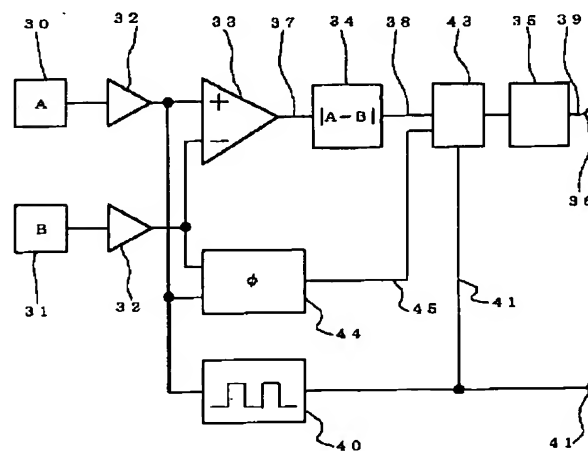
(74)代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外1名)

(54)【発明の名称】 トルクセンサ

(57)【要約】

【課題】 回転体のトルクを検出するトルクセンサにおいて、2つの出力パルスの位相差からトルク量に換算する方法では、任意の位置で静止した拘束状態でのトルク検出は、正確に検出できない問題があった。

【解決手段】 駆動側回転軸10の軸上に一定周期で着磁された第1の磁石部材14と、従動側回転軸11の軸上に一定周期で着磁された第2の磁石部材15と、これらに近接・対向して磁石部材14、15からの磁束を検出する第1および第2の磁気検出素子16、17とを設け、前記磁気検出素子16、17の正弦波状からなる検出出力と、この2つの検出出力から検出出力の位相差を求める位相差演算手段44を備えた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 駆動側回転軸と従動側回転軸とを弾性体部材によって伝達させる駆動力伝達機構において、前記駆動側回転軸の軸上に一定周期で着磁された第1の磁石部材と、この第1の磁石部材から所定の距離を隔てて、前記従動側回転軸の軸上に一定周期で着磁された第2の磁石部材と、前記第1および第2の磁石部材に近接・対向してこの磁石部材からの磁束を検出する第1および第2の磁気検出素子とを設け、前記第1および第2の磁気検出素子の正弦波状からなる検出出力と、この検出出力を差動検出する手段と、絶対値に変換する手段と、平滑化する手段とを備えたことを特徴とするトルクセンサ。

【請求項2】 駆動側回転軸と従動側回転軸とを弾性体部材によって伝達させる駆動力伝達機構において、前記駆動側回転軸の軸上に一定周期で着磁された第1の磁石部材と、この第1の磁石部材から所定の距離を隔てて、前記従動側回転軸の軸上に一定周期で着磁された第2の磁石部材と、前記第1および第2の磁石部材に近接・対向してこの磁石部材からの磁束を検出する第1および第2の磁気検出素子とを設け、前記第1および第2の磁気検出素子の正弦波状からなる検出出力から、第1の磁気検出素子の一周分分の検出出力値と、各位相差における第2の磁気検出素子の検出出力値より位相差を求める位相差演算手段を備えたことを特徴とするトルクセンサ。

【請求項3】 駆動側回転軸と従動側回転軸とを弾性体部材によって伝達させる駆動力伝達機構において、前記駆動側回転軸の軸上に一定周期で着磁された第1の磁石部材と、この第1の磁石部材から所定の距離を隔てて、前記従動側回転軸の軸上に一定周期で着磁された第2の磁石部材と、前記第1および第2の磁石部材に近接・対向してこの磁石部材からの磁束を検出する第1および第2の磁気検出素子とを設け、前記第1または第2の磁気検出素子の正弦波状からなる検出出力を計数する計数手段を備えたことを特徴とするトルクセンサ。

【請求項4】 前記磁気検出素子の背面側に、高透磁率材料もしくは軟磁性材を用いた集磁部材を設けたことを特徴とする請求項1、2、および3記載のトルクセンサ。

【請求項5】 前記第1と第2の磁石部材および第1と第2の磁気検出素子を、磁気シールドを備えたケース内に収納したことを特徴とする請求項1、2、および3記載のトルクセンサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、駆動力伝達機構において、静止あるいは回転駆動している物体のトルクを非接触で検出するトルクセンサに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、回転駆動している物体のトルク検出には、回転軸のねじれを利用した検出がよく使われて

いる。例えば、回転軸に少なくとも2つのロータリーエンコーダを設け、それぞれのロータリーエンコーダからの出力パルスの位相差から回転軸のねじれ角を求めて、トルクに換算する方法である。（特開昭60-18734号）また、前記ロータリーエンコーダのほかに、電磁誘導や静電誘導を用いた検出方法により、回転信号を検出して位相差を求めトルクに換算する方法がある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記従来の出力パルスの位相差から回転軸のねじれ角を求めて、トルクに換算する方法には、次に説明する問題点がある。

【0004】図6は、従来の出力パルスの位相差からトルクを求める原理図である。まず図6(a)は、回転軸にトルクがかかっていない無負荷の状態にある。この場合、駆動側と従動側にある回転検出器（例えばロータリーエンコーダ）の検出器出力A50と検出器出力B51は同位相のままである。したがって、位相差は0であるのでトルクも0となる。次に、負荷が加わり駆動側と従動側を結合している弾性体がねじれると、従動側に設けられた回転検出器の出力B51は、ねじれた分だけ時間的に遅れるため、図6(b)に示すように検出器出力A50とのあいだに位相差 ϕ 52が生じる。

【0005】この位相差 ϕ 52は、負荷トルクの量に比例しているため、この位相差量から定量的にトルク値を知ることができる。この位相差 ϕ 52の検出には、検出器A、Bの出力パルスの立ち上がりあるいは立ち下がりのエッジを監視している。このため、回転軸が常に回転していてパルスを出力しなければ位相差は検出できない。

【0006】そこで、回転軸が図6(a)のt0の位置で停止している状態を考える。この停止位置t0からトルクが加わり、図6(c)に示すように検出器出力AとBのあいだに位相差 ϕ 52が生じたとする。この場合、出力パルスの立ち上がりエッジで検出される位相差は ϕ p54となる。つまり、このような出力パルスの位相差を検出するだけでは、検出できない位相差 ϕ d53が生じてしまい、正確なトルク量を検出できない問題がある。

【0007】また、電磁誘導や静電誘導を用いた検出方法では、構造が複雑なため検出装置自体が大型化且つ大重量化になる傾向があり、省スペースでトルクセンサを構成しなければならない駆動力伝達機構では問題となる。

【0008】本発明は、このような問題を解決するためのもので、駆動力伝達機構において、任意の位置で静止あるいは回転駆動している回転体のトルクを非接触で検出するトルクセンサを提供することを第1の目的としている。また、本発明は、シンプルな構成により小形・軽量で安価なトルクセンサを提供することを第2の目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明のトルクセンサは、駆動側回転軸と従動側回転軸とを弾性体部材によって伝達させる駆動力伝達機構において、前記駆動側回転軸の軸上に一定周期で着磁された第1の磁石部材と、この第1の磁石部材から所定の距離を隔てて、前記従動側回転軸の軸上に一定周期で着磁された第2の磁石部材と、前記第1および第2の磁石部材に近接・対向してこの磁石部材からの磁束を検出する第1および第2の磁気検出素子とを設け、前記第1および第2の磁気検出素子の正弦波状からなる検出出力と、この検出出力を差動検出する手段と、絶対値に変換する手段と、平滑化する手段とを備えたことを特徴とする。

【0010】このように構成することにより、駆動力伝達機構の回転軸が低速回転状態から高速回転状態まで広範囲なトルク検出が可能となる。

【0011】また、本発明のトルクセンサは、駆動側回転軸と従動側回転軸とを弾性体部材によって伝達させる駆動力伝達機構において、前記駆動側回転軸の軸上に一定周期で着磁された第1の磁石部材と、この第1の磁石部材から所定の距離を隔てて、前記従動側回転軸の軸上に一定周期で着磁された第2の磁石部材と、前記第1および第2の磁石部材に近接・対向してこの磁石部材からの磁束を検出する第1および第2の磁気検出素子とを設け、前記第1および第2の磁気検出素子の正弦波状からなる検出出力から、第1の磁気検出素子の一周分分の検出出力値と、各位相差における第2の磁気検出素子の検出出力値より位相差を求める位相差演算手段を備えたことを特徴とする。したがって、駆動力伝達機構の回転軸が停止（拘束）した状態でもトルクの検出が可能となる。

【0012】また、本発明のトルクセンサは、駆動側回転軸と従動側回転軸とを弾性体部材によって伝達させる駆動力伝達機構において、前記駆動側回転軸の軸上に一定周期で着磁された第1の磁石部材と、この第1の磁石部材から所定の距離を隔てて、前記従動側回転軸の軸上に一定周期で着磁された第2の磁石部材と、前記第1および第2の磁石部材に近接・対向してこの磁石部材からの磁束を検出する第1および第2の磁気検出素子とを設け、前記第1または第2の磁気検出素子の正弦波状からなる検出出力を計数する計数手段を備えたことを特徴とする。したがって、トルク検出値と同時に駆動力伝達機構の回転速度が得られ、トルクを制御したりする上での利便性が向上する。

【0013】また、本発明のトルクセンサは、前記磁気検出素子の背面側に、高透磁率材料もしくは軟磁性材を用いた集磁部材を設けたことを特徴とする。

【0014】したがって、この集磁部材により、磁石部材が生成する磁束を磁気検出素子に集束化できるので、磁気検出素子のセンサ感度を向上させることができる。

【0015】また、本発明のトルクセンサは、前記第1と第2の磁石部材および第1と第2の磁気検出素子を、磁気シールドを備えたケース内に収納したことを特徴とする。

【0016】これにより、電動機等から発生する電磁的なノイズの影響を最小限にでき、ケース外の粉塵等の雰囲気から隔離されるので、良好な計測精度を効果的に確保することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施例について説明する。図1は本発明の一実施例にかかわるトルクセンサを示す断面図である。このトルクセンサは、電動バイクや車等にある駆動力伝達装置の駆動側に加わるトルクを検出するもので、駆動側と従動側のあいだに接続された弾性体18（本例ではトーションバー）のねじれをトルク値として検出するものである。この弾性体18は、トルクに応じたねじれを発生するものであれば、トーションバーに限定されず、ねじりコイルばねなど任意のものをを用いてもよい。

【0018】あらかじめ定められた寸法と材質により形成され、所定のばね定数が確保されているこのトーションバーからなる弾性体18の端部12、13には、リング状の多極着磁された第1の磁石部材14と第2の磁石部材15が固着されていると共に、集磁部材19に納められた第1の磁気検出素子16と第2の磁気検出素子17が前記磁石部材14、15に近接・対向した位置にて構成されている。そして、この第1の磁気検出素子16と第2の磁気検出素子17が設けられた集磁部材19は、円筒状のケース20に固定されている。駆動側と従動側の回転軸10、11は、ケース20に固定された軸受け21を介して回転可能に軸支されている。

【0019】この集磁部材19は、高透磁率材料もしくは軟磁性材を用いて形成されている。したがって、第1または第2の磁石部材14、15から所定のギャップを介して磁気検出素子に到達する磁束量は、この集磁部材19が存在することによりこれに誘導されて、効率良く磁束が検出できる。

【0020】また、磁気検出素子としては、ホール素子が用いられ、このホール素子の検知部は、温度特性が良好なガリウム・ヒ素タイプを用いている。更に、一定周期で着磁されたリング状の第1および第2の磁石部材14、15も同様に、良好な温度特性を有するサマリウムコバルト系が用いられる。なお、磁気検出素子としてMR（磁気抵抗効果）素子を用いても構成することができる。

【0021】このような構成を磁気シールドを備えたケース20内に収納しているため、電動機等から発生する電磁的なノイズや、周囲の粉塵などから本センサを防ぐことができ、検出精度や信頼性、寿命といった面を向上させることができる。

【0022】さらに、磁石部材と磁気検出素子を用いたシンプルな構成であるため、電磁誘導や静電誘導を用いた検出方法等と比べ、小形・軽量化しやすい。

【0023】次に、本発明の動作原理について説明する。図2は、本発明のトルク検出手段を示すブロック図である。弾性体18がねじれることによって発生する磁気検出素子の検出出力A、Bは、信号線22を通り、図2のトルク検出手段に入る。このトルク検出手段では、検出出力A、Bをいったん増幅手段32で信号増幅してから、差動増幅手段33、位相差演算手段44、パルス計数手段40にそれぞれ入力される。差動増幅手段33に入った検出出力A、Bは、差信号37を得る。この差信号37の占める面積は、トルク量と比例しているが、このままでは両極性を持つ信号であるため、トルク検出値として不都合である。このため、絶対値変換手段34により差信号37は絶対値化される。そして、この絶対値化した差信号38は、回転判別手段43により駆動側回転軸10が回転していれば平滑化手段35に入り、平滑化されてトルク値36を得る。また、パルス計数手段40からの出力がなく、回転判別手段43は、駆動側回転軸10が回転していないと判断すれば、位相差演算手段44からの停止トルク値45が平滑化手段35へ出力され、トルク値36を得る。

【0024】このトルク検出手段について、図3から図5を用いてさらに詳細に説明する。まず、従動側回転軸11にトルクがかかっていない無負荷の状態では、弾性体18はねじれていないため、駆動側回転軸10と従動側回転軸11にある磁気検出素子の出力は、同位相のままである。したがって、トルク値は0となる。

【0025】次に、回転中、従動側回転軸11にトルク（負荷）が加わると、トーションバーからなる弾性体18には、トルク量に比例したねじりが生じて、駆動側回転軸10と従動側回転軸11とのあいだには、ねじれ角に応じた角度変位が生じる。その結果、図3(a)に示すように、第1の磁気検出素子16の検出出力A30と第2の磁気検出素子の検出出力B31には、このねじれ角に比例して位相差 ϕ 42があらわれる。トルク検出手段は、差動増幅手段33により、この2つの検出信号の差をとり、差信号37をつくる。そして、この差信号37を絶対値変換手段34により図3(b)に示すように絶対値化する。この場合、回転軸は回転中であるため、パルス計数手段40から速度値41が出力されている。したがって、回転判別手段43は回転中と判断し、絶対値化された差信号38は平滑化手段35にそのまま入り、この信号を平滑化させて図3(c)のようなトルク値36が得られる。このようにして、回転している回転軸のトルク検出が可能となる。

【0026】次に、回転軸が任意の位置で停止した状態において、駆動側回転軸10が拘束されて、従動側回転

軸11にトルクが加わるような場合を考える。図4は、ある所定のトルクが従動側回転軸11に加わり、第2の磁気検出素子の出力17に位相差が生じている様子を示している。なお、黒点は、停止時の検出出力値A30、B31を示し、破線は、一定回転時に発生する検出出力波形を示す。

【0027】今、回転軸が任意の位置、例えばP0で停止している場合、第1の磁気検出素子16の検出出力A30の値は0、第2の磁気検出素子17の検出出力B31は-0.86が出力されている。この2つの値は、位相差演算手段44に入り、停止トルクを得るための変換テーブルで参照される。図5は、位相差演算手段44に構成される停止トルク変換テーブルの詳細を示すものである。この変換テーブルは、第1の磁気検出素子16の0から360度までの一周期分の検出出力値A60に対して、各位相差 ϕ 62のときの第2の磁気検出素子17の検出出力値B61が対応する構成となっている。したがって、検出出力A30が0、検出出力B31が-0.86である場合、まず位相差演算手段44は、検出出力A60の中から検出出力A30の値0と一致するものを探す。すると検出出力A60の中で、0になる状態は3つ(P0, P2, P0)存在する。次に、この3つのうち、検出出力B61の中から検出出力B31の値-0.86と一致するものを探す。すると-0.86になる状態は2つ(P0, P0)存在し、この2つは同じ位相差 ϕ 62の60度のテーブル中にあるため、検出出力A30と検出出力B31の位相差は60度と判明する。

【0028】回転軸がP0以外、例えば図4のP1の位置でも同様である。P1の位置では、検出出力A30の値は0.86、検出出力B31も同じく0.86が出力されている。この場合、検出出力A60の中で検出出力A30の値0.86と一致する状態は2つある。次に、この2つの状態のうち、検出出力B61の中から検出出力B31の値0.86と一致するものを探すと位相差 ϕ 62の60度のテーブル中にあることが判明する。

【0029】回転軸がP0、P1以外で停止しているような場合、例えば図4のP2そしてP3などといった場所においても前記同様に図5に示す変換テーブルから位相差 ϕ を知ることができる。

【0030】このように、図4の停止トルク状態においても、位相差演算手段44により、位相差は60度と判別でき、この位相差60度に対応した所定の電圧が停止トルク値45となる。そして、回転判別手段43に入り、パルス計数手段40からの出力がなければ、絶対値変換手段34からの絶対値化された差信号38は出力されず、停止トルク値45が平滑化手段35へ出力され、滑らかに平滑化されたあとトルク値36となる。

【0031】なお、図5に示した位相差演算手段44の構成は、本実施例のような変換テーブルによるものでなくとも関数式などを用いた演算方法でもよい。

【0032】このように、駆動力伝達機構の回転軸が、回転中であっても、あるいは、任意の位置で停止した状態においてもトルクの検出が可能となる。

【0033】本トルクセンサのトルク検出手段は、第1および第2の磁気検出素子16、17の正弦波状の検出出力をみているため、正弦波状出力の180度を超える位相差（トルク値）は検出できない。このため、トルク検出範囲としては、第1および第2の磁気検出素子16、17の正弦波状波形の0以上180度未満までとなる。すなわち、この範囲以内に、弾性体18のねじれ範囲を設定すれば、検出感度を最大にでき、検出精度も向上させることができる。

【0034】次に、本トルクセンサを利用した、速度センサについて説明する。

【0035】先の図2に示した実施例は、トルク検出手段の第1の磁気検出素子16の検出出力A30の増幅手段32のあとに、パルス計数手段40を構成したものである。磁気検出素子の検出出力A30の正弦波状出力は、このパルス計数手段40によりパルスに変換・カウントされる。これにより、回転軸の速度値41が得られるようになる。

【0036】このパルス計数手段40は、あるカウントタイミングと、次のカウントタイミングまでの時間差を計測して、回転速度を算出してもよいし、また、ある所定時間内に計測されたカウント数から算出しても良い。

【0037】なお、第1または第2の磁気検出素子の検出出力のどちらか一方でも回転軸の速度を計測することができる。本実施例の場合には、停止トルク検出のための回転判別に使っているため、拘束される側である第1の磁気検出素子16の検出出力A30を速度検出する方が望ましい。また、回転速度の検出精度を要求する場合には、負荷側に直結している従動側回転軸11の第2の磁気検出素子17の検出出力B31に基づき、回転速度を検出する方が、より正確になり望ましい。

【0038】このように、トルクセンサに用いられる磁気検出素子を利用して、速度センサを構成しているため、コストダウンが図られるとともにセンサとしての付加価値もあがり、利便性が向上する。

【0039】なお、上述したトルク検出手段のうち、差動増幅手段33や、絶対値変換手段34、平滑化手段35、回転判別手段43、そしてパルス計数手段40は、オペアンプ等を用いたハードウェアでも、あるいはCPU等を用いたソフトウェアでも実現でき、その別は問わない。

【0040】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、駆動側回転軸と従動側回転軸とを弾性体部材によって伝達させる駆動力伝達機構において、前記駆動側回転軸の軸上に一定周期で着磁された第1の磁石部材と、この第1の磁石部材から所定の距離を隔てて、前記従動側回転軸の軸上

に一定周期で着磁された第2の磁石部材と、前記第1および第2の磁石部材に近接・対向してこの磁石部材からの磁束を検出する第1および第2の磁気検出素子とを設け、前記第1および第2の磁気検出素子の正弦波状からなる検出出力と、この検出出力を差動検出する手段と、絶対値に変換する手段と、平滑化する手段とを備えたことを特徴とするトルクセンサである。したがって、駆動力伝達機構の回転軸が低速状態から高速回転状態に至るまで連続的にトルクが検出できる。さらに、磁石部材および磁気検出素子を用いたシンプルな構成であるため、電磁誘導や静電誘導を用いた検出方法等に比べ、小形・軽量化しやすい。

【0041】請求項2記載の発明によれば、駆動側回転軸と従動側回転軸とを弾性体部材によって伝達させる駆動力伝達機構において、前記駆動側回転軸の軸上に一定周期で着磁された第1の磁石部材と、この第1の磁石部材から所定の距離を隔てて、前記従動側回転軸の軸上に一定周期で着磁された第2の磁石部材と、前記第1および第2の磁石部材に近接・対向してこの磁石部材からの磁束を検出する第1および第2の磁気検出素子とを設け、前記第1および第2の磁気検出素子の正弦波状からなる検出出力から、第1の磁気検出素子の一周周期分の検出出力値と、各位相差における第2の磁気検出素子の検出出力値より位相差を求める位相差演算手段を備えたことを特徴とするトルクセンサである。したがって、駆動力伝達機構の回転軸が拘束されている状態においても正確なトルク検出が可能となる。

【0042】請求項3記載の発明によれば、駆動側回転軸と従動側回転軸とを弾性体部材によって伝達させる駆動力伝達機構において、前記駆動側回転軸の軸上に一定周期で着磁された第1の磁石部材と、この第1の磁石部材から所定の距離を隔てて、前記従動側回転軸の軸上に一定周期で着磁された第2の磁石部材と、前記第1および第2の磁石部材に近接・対向してこの磁石部材からの磁束を検出する第1および第2の磁気検出素子とを設け、前記第1または第2の磁気検出素子の正弦波状からなる検出出力を計数する計数手段を備えたことを特徴とするトルクセンサである。このように、トルク検出手段を速度センサとしても兼用できるので、追加する回路機器等を不要にでき、低コスト化を図ることができる。また、トルク検出値と同時に駆動力伝達機構の回転速度が得られ、トルクを制御したりする上での利便性が向上する。

【0043】請求項4記載の発明によれば、前記磁気検出素子の背面側に、高透磁率材料もしくは軟磁性材を用いた集磁部材を設けたことを特徴とするトルクセンサである。したがって、この集磁部材により、磁石部材が生成する磁束を磁気検出素子に集束化できるので、磁気検出素子のセンサ感度および検出精度を向上させることができる。

【0044】請求項5記載の発明によれば、第1と第2の磁石部材および第1と第2の磁気検出素子を、磁気シールドを備えたケース内に収納したことを特徴とするトルクセンサである。これにより、電動機等から発生する電磁的なノイズの影響を最小限にできる。また、ケース外の粉塵等の雰囲気から隔離されるので、周囲の粉塵などから本センサを防ぐことができ、検出精度や信頼性および寿命を効果的に確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のトルクセンサを示す断面図。

【図2】本発明のトルク検出手段を示すブロック図。

【図3】本発明のトルクセンサの動作原理図（回転時）。

【図4】本発明のトルクセンサの動作原理図（停止時）。

【図5】本発明の位相差演算手段の停止トルク変換テーブルを示す構成図。

【図6】従来のトルク検出を示す動作原理図。

【符号の説明】

10 駆動側回転軸

11 従動側回転軸

12 弾性体端部

13 弾性体端部

14 第1の磁石部材

15 第2の磁石部材

16 第1の磁気検出素子

17 第2の磁気検出素子

18 弾性体

19 集磁部材

20 ケース

21 軸受け

22 信号線

30 磁気検出素子の検出出力A

31 磁気検出素子の検出出力B

32 増幅手段

33 差動増幅手段

34 絶対値変換手段

35 平滑化手段

10 36 トルク値

37 差信号

38 絶対値化された差信号

39 平滑化された差信号

40 パルス計数手段

41 速度値

42 位相差 ϕ

43 回転判別手段

44 位相差演算手段

45 停止トルク値

20 50 検出器出力A

51 検出器出力B

52 発生する位相差 ϕ

53 検出不可能領域 ϕd

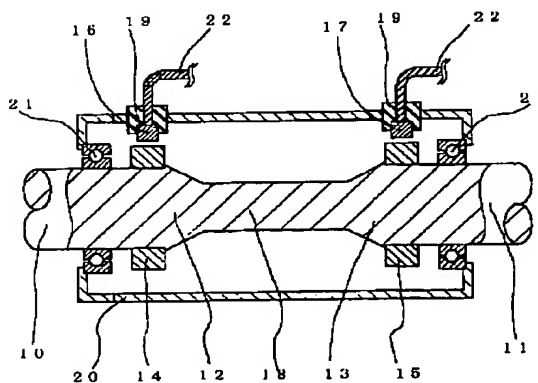
54 検出可能領域 ϕp

60 第1の磁気検出素子の一周期分の検出出力A

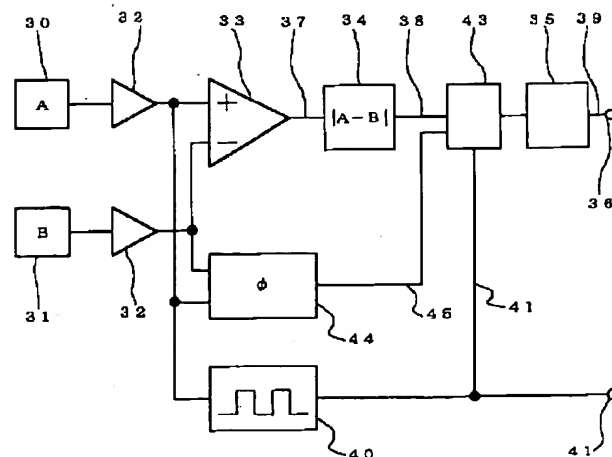
61 各位相差における第2の磁気検出素子の検出出力B

62 停止トルク値に対応した位相差 ϕ

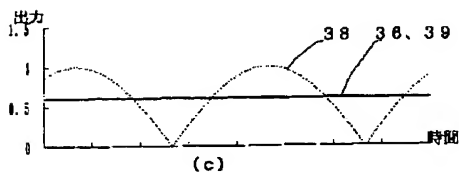
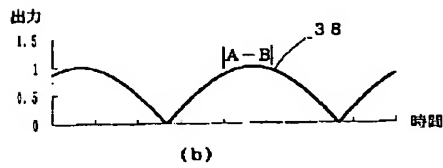
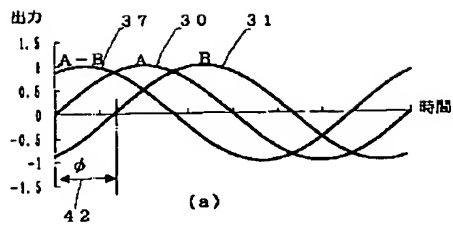
【図1】



【図2】



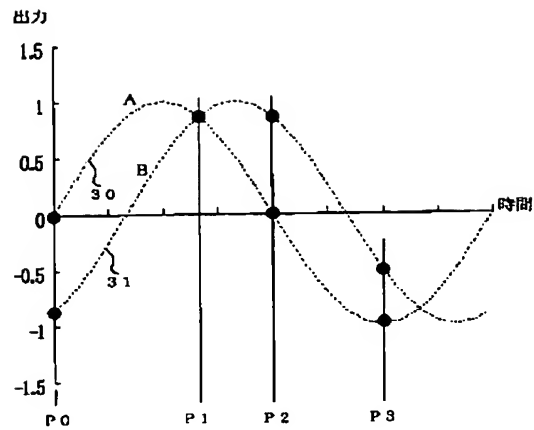
【図3】



【図5】

| 検出出力 A | | 検出出力 B | | |
|--------|-------|---------------|-------|-------|
| | | 位相差φ (停止トルク値) | | |
| | | 10度 | 60度 | 180度 |
| 0 | -0.17 | P0 | -0.86 | 0 |
| 0.08 | -0.08 | | -0.81 | -0.08 |
| 0.17 | 0 | | -0.76 | -0.17 |
| 0.88 | . | | 0 | . |
| 0.90 | 0.96 | | 0.81 | -0.90 |
| 0.86 | 0.93 | P1 | 0.86 | -0.86 |
| 0.81 | 0.90 | | 0.80 | -0.81 |
| . | . | | . | . |
| 0.08 | 0.25 | | 0.90 | -0.08 |
| 0 | 0.17 | P2 | 0.86 | 0 |
| -0.08 | 0.08 | | 0.81 | 0.08 |
| . | . | | . | . |
| -0.99 | -0.96 | | -0.42 | 0.99 |
| -1 | -0.98 | P3 | -0.50 | 1 |
| -0.99 | -0.99 | | -0.57 | 0.99 |
| . | . | | . | . |
| -0.17 | -0.34 | | -0.94 | 0.17 |
| -0.08 | -0.25 | | -0.90 | 0.08 |
| 0 | -0.17 | P0 | -0.86 | 0 |

【図4】



【図6】

